

Р.И. МАКАРОВ,  
Е.Р. ХОРОШЕВА

**Использование контрольных карт  
для определения стабильности  
производственного процесса**

УДК 62.50

Владимирский  
государственный  
университет имени  
Александра Григорьевича  
и Николая Григорьевича  
Столетовых,  
г.Владимир

*Проведен сравнительный анализ традиционного метода контроля качества продукции с методом, в основе которого лежит аксиоматический анализ. Показано, что результаты традиционного анализа контроля качества продукции носят отпечаток неопределенности, а результаты аксиоматического анализа основаны на аксиомах и их выводы конкретны в каждом случае.*

*A comparative analysis of the traditional method of quality control with the method which is based on an axiomatic analysis. It is shown that the results of traditional analysis, quality control of products bear the stamp of uncertainty, and the results of the axiomatic analysis is based on axioms and their findings are specific to each case.*

Контрольные карты Шухарта широко используются при контроле качества продукции и выработке корректирующих действий по совершенствованию производственного процесса. Производственный процесс считается стабильным, если соблюдаются следующие предпосылки [1]:

1. Индивидуальные измерения не зависимы.
2. Индивидуальные измерения нормально распределены.
3. Выборочные средние нормально распределены.

Традиционный анализ контроля качества продукции выделяет два типа видимых причин, формирующих неустойчивость обобщающих показателей производственного процесса. Первый тип види-

мых причин приводит к увеличению размаха колебаний, который вызывается не устраненными неполадками, небрежной эксплуатацией оборудования, ошибками оператора при ручном ведении процесса и др. Второй тип видимых причин приводит к отклонению обобщающих показателей от их постоянного уровня. Сдвиг (тренд) уровня вызывается плохой наладкой оборудования, сменой операторов, изменением техники проверки и др.

Перечисленные видимые причины нарушают стабильность производственного процесса. Для выявления этих причин на производстве чаще всего используются обобщающие показатели анализа изменения колеблемости процесса между выборками и сдвига центральной тенденции производственного процесса.

Методика использования обобщающих показателей сглаживает колеблемость процесса, что может приводить к искажению результатов анализа. Причем для традиционного анализа необходимо располагать как минимум 15-ю выборками, что увеличивает расходы на проведение анализа [2].

Аксиоматический анализ контроля качества продукции представляет собой статистический метод, состоящий из двух этапов проверки [1]:

1. Проверка однородности (стабильности) производственного процесса в пределах каждой выборки.
2. Проверка однородности (стабильности) производственного процесса в пределах нескольких выборок.

Для проведения аксиоматического анализа стабильности производственного процесса необходимо минимальное число выборок, равное четырем. Это существенно сокращает расходы на анализ, возрастает оперативность контроля, что важно для выработки корректирующих действий при управлении производственными процессами.

Проведем сравнительный анализ стабильности производственного процесса, применяя аксиоматический анализ с традиционным контролем качества продукции. Исходные данные для анализа приведены в табл.1 [2].

Данные последовательных наблюдений над процессом

Выборки	Измерения в выборке				Средние	Размах
	1	2	3	4		
1	45	43	41	43	43	4
2	43	42	41	41	41,75	2
3	36	46	43	40	41,25	10
4	40	43	37	43	40,75	6
5	45	42	42	46	43,75	4
6	45	41	38	38	40,5	7
7	43	41	46	43	43,25	5
8	38	42	47	46	43,25	9
9	42	42	42	41	41,75	1
10	42	44	43	43	43	2
11	41	37	41	38	39,25	4
12	37	42	40	41	40	5
13	36	42	42	36	39	6
14	43	45	43	45	44	2
15	42	35	36	42	38,75	7
16	40	44	45	41	42,5	5
17	35	36	42	45	39,5	10
18	38	38	41	43	40	5
19	38	42	43	42	41,25	5
20	38	42	45	45	42,5	7
21	41	40	43	42	41,5	3
22	41	42	44	43	42,5	3
23	42	42	36	46	41,5	10
24	37	44	43	43	41,75	7
25	37	40	42	41	40	5
26	46	36	42	46	42,5	10
27	43	36	38	42	39,75	7
28	42	44	42	43	42,75	2
29	38	38	41	42	39,75	4
30	42	43	39	41	41,25	4

Проверка стабильности производственного процесса в пределах каждой выборки, состоящей из четырех измерений, основана на двух проверяемых предпосылках: измерения в выборках распределены симметрично и измерения распределены не симметрично. Проверка этих предпосылок проводится путем анализа выполнения

условий трех принципов: порядка, сходства и соответствия [1]. Результаты проверки приведены в статье [3]. Из 30-и анализируемых выборок (табл. 1) процесс стабилен в 11-и выборках: 1, 3, 9, 10, 16, 19, 21, 22, 24, 27, 30. В остальных выборках процесс не стабильный.

Проверка однородности (стабильности) производственного процесса, например, в пределах четырех выборок, проводится при условии, что индивидуальные данные распределены равномерно в выборках. При соблюдении данного условия выборочные статистические данные трансформируются в индивидуальные измеряемые данные, образующие вторичную выборку. Предполагается, что показатели отобранных четырех выборок репрезентативны показателям 16 измерений. Эта выборка подвергается проверке в отношении репрезентативной однородности. Необходимо отметить, что принятая предпосылка не проверяемая, поэтому выводы, основанные на ней, подлежат сомнению.

Результаты аксиоматического анализа стабильности производственного процесса в выборках, каждая из которых содержит 16 индивидуальных измерений, приведены в табл. 2, колонка 4. В рассматриваемом примере мы обнаружили три репрезентативные выборки 5-8, 9-12, 13-16, в которых процесс стабильный и четыре не репрезентативные выборки, в которых процесс не стабильный. В целом изучаемый производственный процесс не стабилен в результате влияния нерепрезентативных выборок.

Таблица 2

**Анализ стабильности производственного процесса в пределах  
нескольких выборок**

Выборки	Измерения в выборке	Нерепрезентативные выборки	Стабильность процесса	Размах колебаний	Сдвиг центральной тенденции
1	2	3	4	5	6
1-4	1-16	2, 4	н/с	ст	ст
5-8	17-32	5 - 8	ст	ст	ст
9-12	33-48	11, 12	ст	ст	ст
13-16	49-64	13, 14, 15	ст	н/с	н/с
17-20	65-80	17, 18, 20	н/с	н/с	н/с
21-24	81-96	23	н/с	н/с	н/с

Выборки	Измерения в выборке	Нерепрезентативные выборки	Стабильность процесса	Размах колебаний	Сдвиг центральной тенденции
25-28	97-112	25, 26, 28	н/с	ст	ст

Обозначения: н/с – не стабильный процесс в анализируемой выборке; ст – стабильный процесс в анализируемой выборке.

Традиционный анализ контроля качества продукции включает в себя исследование колеблемости обобщающих показателей, таких как, размах колебаний и сдвиг центральной тенденции (наличие тренда). Использование для анализа обобщающих показателей приводят к сглаживанию действительных колебаний индивидуальных измерений, что может приводить к искажению результатов анализа стабильности производственного процесса. Покажем искажения анализируемого производственного процесса (табл. 1), вызываемые использованием обобщающих показателей при оценке колеблемости и сдвига центральной тенденции. Обобщающие показатели вычислялись по четырем последовательно расположенным выборкам.

Колеблемость (размах колебаний) производственного процесса измерялась как разность между максимальным и минимальным измерениями в выборке (табл. 1). Для проверки колеблемости процесса вычисляли критерий репрезентативной однородности (критерий «нормальности») по данным четырех значений размаха. Расчет критерия включал проверку выполнения трех принципов: порядка, сходства и соответствия [1]. Результаты проверок колеблемости в выборках сведены в таблицу 2, колонка 5.

Сдвиг центральной тенденции производственного процесса оценивался по распределению выборочных средних. Сдвиг считался отсутствующим при распределении выборочных средних по нормальному закону. Проверка нормальности закона распределения основывалась по результатам анализа выполнения условий трех принципов: порядка, сходства и соответствия [1]. Расчеты по выборкам сведены в таблицу 2, колонка 6.

Результаты анализа производственного процесса, выполненные с применением аксиоматического анализа контроля качества продукции и традиционного анализа, оказались не совпадающими, а

в ряде случаев противоречивыми. Так, выборки 1-4 и 25-28 являются не стабильными, на них оказывают влияние видимые причины. Традиционный анализ, сглаживая данные индивидуальных измерений в этих выборках, привел к искажению результатов анализа, определив их как стабильные. Производственный процесс в выборке 13-16, характеризующийся стабильностью, традиционный анализ определил его как не стабильный.

На основе проведенного сравнительный анализ можно сделать вывод, что результаты традиционного анализа контроля качества продукции, зависящие от обоснованности предпосылок, носят на себе отпечаток неопределенности. В то время как результаты аксиоматического анализа контроля качества продукции основаны на аксиомах, и их выводы конкретны в каждом случае [1].

### Литература

1. *Швырков В.В.* Тайна традиционной статистики Запада. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 144 с.
2. *Ю.П. Адлер, В.Л. Шпер.* Контрольные карты Шухарта в действии. ж. Методы менеджмента качества, №2, 2004. – С.34-37.
3. *Макаров Р.И.* К вопросу контроля качества процессов. Электронный научный журнал «Алгоритмы, методы и системы обработки данных» , №17, 2011.

ТЕЛ.: 8 (4922) 53-55-87,  
E-MAIL: [MAKAROV.RUSLAN@GMAIL.COM](mailto:MAKAROV.RUSLAN@GMAIL.COM)